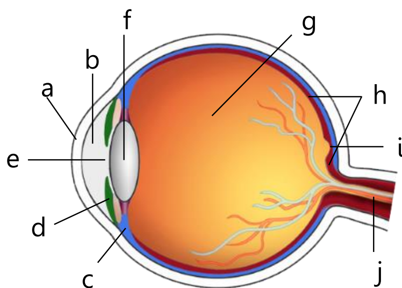
Alat Optik

A. PENDAHULUAN

- **Alat optik** adalah alat bantu yang digunakan untuk meningkatkan daya penglihatan manusia karena kemampuannya terbatas.
- **Alat optik** terdiri dari dua, yaitu:
  a. **Alat optik alami**, yaitu mata.
  b. **Alat optik buatan**, contohnya kamera, lup, mikroskop, teropong (teleskop).

B. MATA

- **Mata** adalah alat optik alami yang terdapat pada makhluk hidup tingkat tinggi.
- **Bagian-bagian mata:**



a. **Kornea**, melindungi bagian depan mata.
b. **Aqueous humor**, mengatur pembiasan cahaya.
c. **Otot siliaris**, mengatur daya akomodasi lensa mata.
d. **Iris**, mengatur intensitas cahaya yang masuk ke mata dengan mengatur ukuran pupil dan memberi warna mata.
e. **Pupil**, lubang pada iris sebagai tempat masuknya cahaya.
f. **Lensa mata**, mengatur agar bayangan jatuh tepat pada retina.
g. **Vitreous humor**, mengisi cairan bola mata dan mempertahankan bentuk bola mata.
h. **Retina**, tempat jatuhnya bayangan benda. Terdiri dari **sel kerucut** yang peka terhadap cahaya kuat dan **sel batang** yang peka terhadap cahaya lemah.
i. **Fovea/bintik kuning**, mempertajam bayangan benda.
j. **Serabut optik**, mengirim sinyal ke otak untuk menginterpretasikan penglihatan.

- **Cara kerja mata:**
  1) Bayangan benda diterima oleh mata.
  2) Bayangan benda jatuh ke retina dalam keadaan terbalik.
  3) Sinyal bayangan dikirimkan ke otak untuk diinterpretasikan menjadi terbalik kembali.

- **Sifat bayangan** yang dihasilkan mata adalah nyata, terbalik dan diperkecil.
- **Daya akomodasi** adalah kemampuan mata untuk melihat dekat dan jauh dengan cara mengubah ketebalan lensa mata.
- **Titik dekat (*punctum proximum*)** adalah jarak terdekat yang masih dapat dilihat oleh mata dengan jelas.
  Pada mata normal,

  $$P_P = 25 \text{ cm}$$

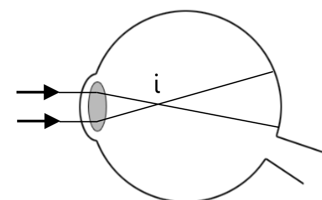
- **Titik jauh (*punctum remotum*)** adalah jarak terjauh yang masih dapat dilihat oleh mata dengan jelas.
  Pada mata normal,

  $$P_R = \infty \text{ cm}$$

- **Kelainan mata** adalah suatu cacat mata yang disebabkan karena berubahnya titik dekat dan titik jauh mata.
- **Miopi (rabun jauh)** adalah cacat mata dengan,

  $$P_P = 25 \text{ cm} \qquad P_R < \infty \text{ cm}$$

  sehingga penderita tidak dapat melihat jauh.



- **Miopi** terjadi karena:
  a. Bayangan jatuh sebelum retina,
  b. Bola mata terlalu lonjong,
  c. Kelengkungan lensa mata terlalu besar.
- **Miopi** dapat ditolong menggunakan kacamata berlensa cekung/negatif.
- **Daya lensa** yang dibutuhkan untuk kacamata penderita miopi adalah:

  $$P = -\frac{100}{P_R}$$

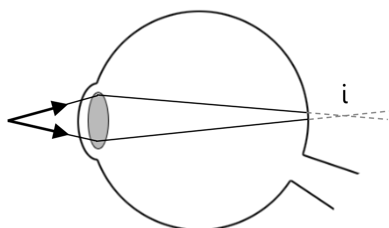
  P = daya lensa (D)
  P_R = titik jauh penderita (cm)

- **Hipermetropi (rabun dekat)** adalah cacat mata dengan,

  $$P_P > 25 \text{ cm} \qquad P_R = \infty \text{ cm}$$

  sehingga penderita tidak dapat melihat dekat.





- **Hipermetropi** terjadi karena:
  a. Bayangan jatuh setelah retina,
  b. Bola mata terlalu pipih,
  c. Kelengkungan lensa mata terlalu kecil.
- **Hipermetropi** dapat ditolong meng-gunakan kacamata berlensa cembung/ positif.
- **Daya lensa** yang dibutuhkan untuk kacamata penderita hipermetropi adalah:

$$P = 4 - \frac{100}{P_P}$$

P = daya lensa (D)
Pp = titik dekat penderita (cm)

- **Presbiopi** adalah cacat mata tua yang disebabkan oleh faktor usia dengan,

$$P_P > 25 \text{ cm} \qquad P_R < \infty \text{ cm}$$

- **Presbiopi** menyebabkan kesulitan penglihatan dekat maupun jauh karena daya akomodasi mata berkurang.
- **Presbiopi** dapat ditolong menggunakan kacamata berlensa bifokal/rangkap, yaitu terdiri dari lensa cembung di bagian atas dan lensa cekung di bagian bawah.
- **Astigmatisma** atau **mata silindris** adalah cacat mata karena bentuk kornea mata tidak bulat.
- **Astigmatisma** menyebabkan penglihatan kabur dan bergaris-garis pada arah tertentu.
- **Astigmatisma** dapat ditolong menggunakan kacamata berlensa silindris.

C. KAMERA

- **Kamera** adalah alat optik yang berfungsi untuk mengambil gambar yang disimpan dalam bentuk film atau memori.
- **Komponen kamera** menyerupai mata, diantaranya:
  1) **Shutter** berfungsi sebagai kelopak mata.
  2) **Diafragma** berfungsi sebagai iris.
  3) **Aperture** berfungsi sebagai pupil.
  4) **Lensa kamera**.
  5) **Film** berfungsi sebagai retina.
- **Sifat bayangan** yang dihasilkan kamera adalah nyata, terbalik dan diperkecil.

D. LUP DAN MIKROSKOP

- **Lup** adalah sebuah lensa cembung yang berfungsi untuk melihat benda yang tidak terlalu kecil.
- **Persamaan lensa** berlaku pada lup.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

f = jarak fokus
s = jarak benda ke lup
s' = jarak bayangan

- **Perbesaran lup** terdiri dari dua:

Perbesaran linear

$$M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{h'}{h}\right|$$

Perbesaran sudut

Mata tidak berakomodasi

$$M = \frac{25}{f}$$

Mata berakomodasi maksimum

$$M = \frac{25}{f} + 1$$

Mata berakomodasi pada jarak x

$$M = \frac{25}{f} + \frac{25}{x}$$

- **Sifat bayangan** yang dihasilkan lup adalah maya, tegak, diperbesar.
- **Mikroskop cahaya** adalah alat optik yang yang sangat kecil (renik/mikroskopis).
- **Mikroskop** terdiri dari dua lensa cembung, yaitu lensa objektif dan okuler ($f_{ob} < f_{ok}$):
  a. **Lensa objektif**, berhubungan dengan benda/objek, sifat bayangannya adalah nyata, terbalik dan diperbesar.
  b. **Lensa okuler**, berhubungan dengan pengamat, sifat bayangannya maya, terbalik dan diperbesar.
     Lensa okuler bersifat seperti lup dan merupakan bayangan akhir benda.
- **Persamaan lensa** berlaku pada mikroskop.

Lensa objektif

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

Lensa okuler

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{s'_{ok}}$$



- **Panjang tubus** atau jarak lensa objektif dengan lensa okuler dapat dihitung:

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$

- **Perbesaran lensa** pada mikroskop adalah:

Lensa objektif

$$M_{ob} = \left|\frac{s'_{ob}}{s_{ob}}\right|$$

Lensa okuler

Mata tidak berakomodasi

$$M_{ok} = \frac{25}{f_{ok}}$$

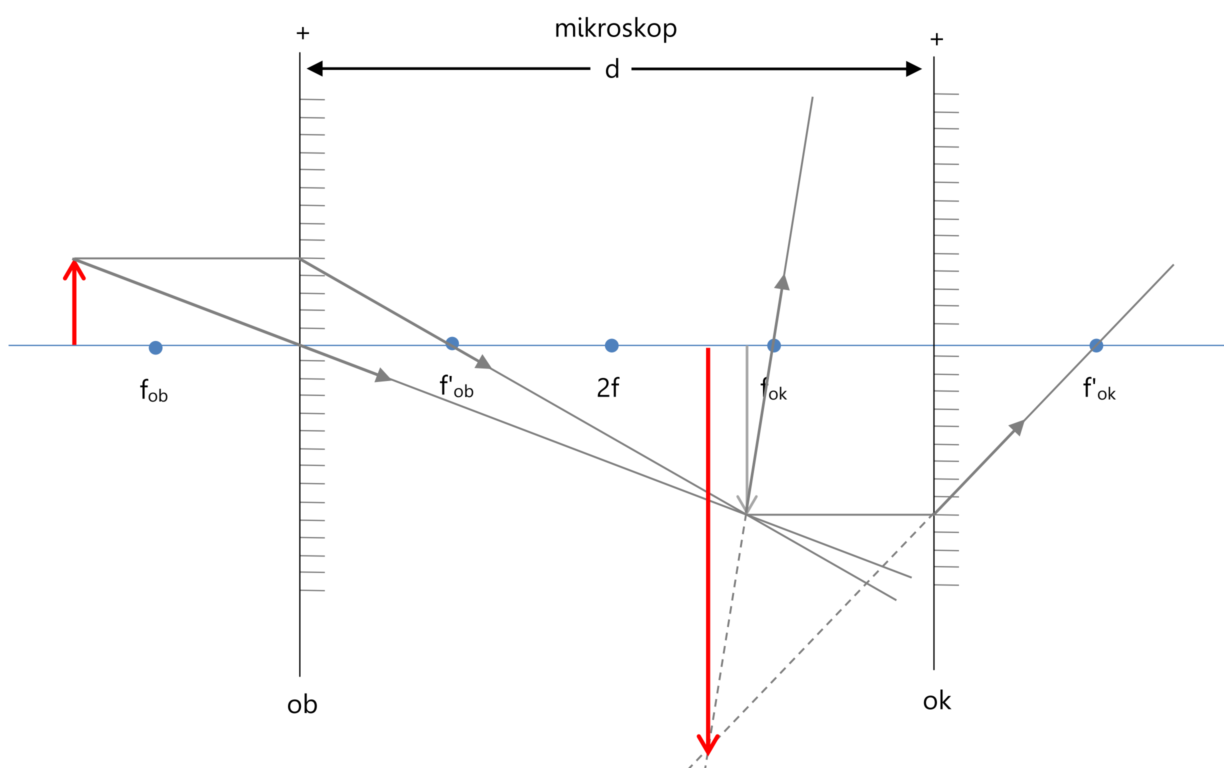
Mata berakomodasi

$$M_{ok} = \frac{25}{f_{ok}} + 1$$

- **Perbesaran total mikroskop** adalah perkalian dari perbesaran lensa objektif dan okuler.

$$M = M_{ob} \cdot M_{ok} \qquad M = \left|\frac{h'}{h}\right|$$

- **Sifat bayangan** yang dihasilkan mikroskop adalah maya, terbalik, dan diperbesar.



E. TEROPONG

- **Teropong** atau **teleskop** adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda yang sangat jauh.
- **Teropong** terbagi menjadi:
  1) **Teropong bias**, tersusun atas lensa-lensa.
     Contoh: teropong bumi, teropong panggung (Galileo), teropong bintang/astronomi, dan teropong binokuler/prisma.
  2) **Teropong pantul**, tersusun atas cermin dan lensa.
- **Persamaan lensa** berlaku pada teropong.

Lensa objektif

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

Lensa okuler

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{s'_{ok}}$$

- **Teropong bintang** adalah teropong yang terdiri dari dua lensa cembung, yaitu lensa objektif dan lensa okuler ($f_{ob} > f_{ok}$).
- **Panjang tubus** dapat dihitung:

Mata tidak berakomodasi

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

Mata berakomodasi

$$d = f_{ob} + s_{ok}$$



- **Perbesaran total teropong bintang** adalah:

  Mata tidak berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}}\right|$$

  Mata berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{s_{ok}}\right| \qquad M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}} \times \left(\frac{f_{ok}}{25} + 1\right)\right|$$

- **Sifat bayangan** teropong bintang adalah maya, terbalik, diperbesar.
- **Teropong panggung** adalah teropong yang terdiri dari satu lensa cembung objektif dan satu lensa cekung okuler.
- **Panjang tubus** dapat dihitung:

  Mata tidak berakomodasi

  $$d = f_{ob} - f_{ok}$$

  Mata berakomodasi

  $$d = f_{ob} + s_{ok}$$

- **Perbesaran total teropong panggung** adalah:

  Mata tidak berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}}\right|$$

  Mata berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{s_{ok}}\right| \qquad M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}} \times \left(\frac{f_{ok}}{25} - 1\right)\right|$$

- **Sifat bayangan** teropong panggung adalah maya, tegak, diperbesar.
- **Teropong bumi** adalah teropong yang terdiri dari tiga lensa cembung, yaitu lensa objektif, lensa pembalik, dan lensa okuler.
- **Panjang tubus** dapat dihitung:

  Mata tidak berakomodasi

  $$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

  Mata berakomodasi

  $$d = f_{ob} + 4f_p + s_{ok}$$

- **Perbesaran total teropong bumi** adalah:

  Mata tidak berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}}\right|$$

  Mata berakomodasi

  $$M = \left|\frac{f_{ob}}{s_{ok}}\right| \qquad M = \left|\frac{f_{ob}}{f_{ok}} \times \left(\frac{f_{ok}}{25} + 1\right)\right|$$

- **Sifat bayangan** teropong bumi adalah maya, terbalik, diperbesar.

